

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021



Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura
(Organizadores)

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021



Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandre Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Os percursos da botânica e suas descobertas 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadores: Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P429 Os percursos da botânica e suas descobertas 2 /
Organizadores Vanessa da Fontoura Custódio
Monteiro, Pedro Henrique Abreu Moura. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-264-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.644211607>

1. Botânica. I. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio
(Organizadora). II. Moura, Pedro Henrique Abreu
(Organizador). III. Título.

CDD 580

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

Dada a essencialidade das plantas na manutenção da vida na Terra, estudos sobre a estrutura e funcionamento dos vegetais, bem como suas interações com o ambiente são importantes para gerar conhecimentos úteis para o avanço da Ciência, possibilitando a criação de soluções frente aos desafios que se apresentam.

Esta obra, intitulada “*Os percursos da Botânica e suas descobertas 2*”, apresenta-se como uma continuação de seu primeiro volume, publicado no ano de 2020, sob a organização de Jesus Rodrigues Lemos. Na ocasião, foram apresentados resultados de pesquisas básicas e aplicadas em diferentes subáreas da Botânica.

A fim de incorporar novas descobertas científicas, este segundo volume traz resultados de pesquisas importantes desenvolvidas em diferentes regiões do Brasil e também na Colômbia.

O primeiro capítulo fornece informações importantes para os estudos sobre a taxonomia e biologia floral de *Passiflora glandulosa* Cav. (Passifloraceae), espécie nativa da flora brasileira, através da caracterização morfoanatômica e histoquímica das estruturas secretoras florais e extraflorais.

O segundo capítulo traz resultados de análises histoquímicas e morfoanatômicas de outra espécie nativa do Brasil, a *Solanum melissarum* Bohs. (Solanaceae), que apresenta potencial medicinal em suas folhas.

No terceiro capítulo, os autores, colombianos e brasileiros, apresentam a capacidade de germinação de sementes de *Alnus acuminata* Kunth (Betulaceae), uma espécie arbórea recomendada para planos de recuperação de áreas degradadas na Região Andina.

O quarto capítulo propicia uma visão de como as novas tecnologias podem alavancar a divulgação científica. O mundo está mais tecnológico e as ações de popularização da Ciência devem acompanhar esse desenvolvimento. Os autores do capítulo utilizaram o *QR Code* como uma ferramenta para divulgação de conhecimentos botânicos. Essa abordagem é importante, pois tende a diminuir a “cegueira botânica”, que é falta de habilidade das pessoas em perceber as plantas no cotidiano.

Por fim, o quinto capítulo refere-se à composição florística da região da Represa de Alagados, no estado do Paraná. É um projeto de grande relevância para ações de restauração e conservação de zonas ripárias - Áreas de Preservação Permanente (APP).

Desejamos a cada autor que contribuiu com esta obra os nossos agradecimentos, e aos leitores, desejamos uma excelente leitura. Que os resultados das pesquisas apresentadas aqui juntamente com os trabalhos do primeiro volume possam despertar o interesse de novos cientistas para mais descobertas em Botânica.


Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

NECTÁRIOS FLORAIS E EXTRAFLORES EM *Passiflora glandulosa* CAV


Marcos Vinicius Batista Soares
Jorgeane Valéria Casique
Andreza Stephanie de Souza Pereira
Rafaella Georgia Lima Damasceno
Wendell Vilhena de Carvalho
Cynthia Stella Porfírio Dias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116071>

CAPÍTULO 2..... 18

MORFOANATOMIA E HISTOQUÍMICA DAS FOLHAS DE *Solanum melissarum* BOHS. (SOLANACEAE)


Lília Cristina de Souza Barbosa
Juliana de Fátima Sales
Christiano Peres Coelho
Kelly Juliane Telles Nascimento
Diego Ismael Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116072>

CAPÍTULO 3..... 30

EFECTO DE DIVERSOS FACTORES EN LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO TEMPRANO DE *Alnus acuminata* KUNTH (BETULACEAE)


Carolina Ramos-Montaño
Juraci Alves de Oliveira
Eduardo Fontes Araujo
Nataly Poveda-Díaz
Karen L. Pulido-Herrera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116073>

CAPÍTULO 4..... 45

QR CODE COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE DADOS BOTÂNICOS NO PARQUE PEDRA DA CEBOLA, VITÓRIA-ES

Luana Palomo Mussallem
Danilo Camargo Santos
Richard Campos Rangel
Aleide Cristina de Camargo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116074>

CAPÍTULO 5..... 64

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA ARBÓREA NA PONTE PRETA, REPRESA DE ALAGADOS (FASE 1)

Mateus Alexandre
Elisana Milan
Rosemeri S. Moro

Melissa Koch F. S. Nogueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116075>

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| SOBRE OS ORGANIZADORES | 70 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 71 |

CAPÍTULO 3

EFEECTO DE DIVERSOS FACTORES EN LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO TEMPRANO DE *Alnus acuminata* KUNTH (BETULACEAE)

Data de aceite: 01/07/2021

Carolina Ramos-Montaño

Escuela de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-4808-5694>

Juraci Alves de Oliveira

Laboratório de Biofísica, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, Campus Universitário
Viçosa-MG, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0150-2291>

Eduardo Fontes Araujo

Laboratório de Sementes, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, Campus Universitário
Viçosa-MG, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-5322-6797>

Nataly Poveda-Díaz

Escuela de Ciencias Biológicas, Grupo Ecología de Organismos, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-4561-4121>

Karen L. Pulido-Herrera

Escuela de Ciencias Biológicas, Grupo Ecología de Organismos, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-3144-6550>

RESUMEN: *Alnus acuminata* es una especie arbórea recomendada para planes de recuperación de zonas degradadas en la región Andina. Sin embargo, sus capacidades germinativas han sido poco estudiadas y las investigaciones existentes muestran una gran variación en los porcentajes de germinación. Nosotros intentamos explicar las causas de estas variaciones evaluando el efecto del año de cosecha, el sustrato, la edad de la semilla, la temperatura la estratificación, y la luz en la germinación y desarrollo temprano de *A. acuminata*, a través de seis experimentos simples o combinados que tuvieron lugar entre 2015 y 2019. Hicimos comparaciones entre: cosechas de 2014, 2015 y 2016; sustratos germitest y arena-humus; temperatura constante a 25°C y alterna 20-30°C; fotoperiodo 12/12h y oscuridad; tratamientos de estratificación húmeda a 4°C con fotoperiodo o en oscuridad; estratificación en semillas de diferentes edades, hasta 300 días de almacenamiento. Finalmente, para verificar el efecto de la luz hicimos seguimiento de 35 días a germinados provenientes de tratamientos con y sin fotoperiodo. Las semillas de *A. acuminata* presentaron una alta variabilidad germinativa entre cosechas y la germinación máxima no superó el 30%. Las condiciones óptimas para germinación de *A. acuminata* fueron: almacenamiento a bajas temperaturas, pretratamiento de estratificación de pocos días, sustrato germitest y temperaturas alternas 20-30°C con fotoperiodo 12/12h. La estratificación húmeda no tuvo efecto en la oscuridad, pero sí con fotoperiodo. Se demostró que semillas almacenadas a bajas temperaturas mantienen

la viabilidad incluso 300 días después de la cosecha, aparentemente mediante regulación del tamaño del embrión y un menor contenido de humedad. El efecto positivo de la luz fue verificado al comprobar que estimulaba la emergencia y expansión cotiledonar, el fototropismo positivo, el desarrollo de hojas verdaderas y la sobrevivencia de plántulas.

PALABRAS CLAVE: Cosecha, temperatura, estratificación, fotoperíodo, tiempo poscosecha.

ABSTRACT: *Alnus acuminata* is a tree species with the potential to recovering degraded zones in the Andean region. However, its germination has been little studied, and the current knowledge shows a great variability in germination percentages. We tried to explain the causes of these variations by evaluating the effect of harvest, seed age, temperature, stratification, and light on germination and early development. From 2015 to 2019, we conducted six experiments to compare the effect of: Harvest year (2014, 2015, 2016), germitest and sand-humus substrate, constant (25°C) and alternant temperature (20-30°C), 12/12h photoperiod and dark, and moist stratification at different storing duration (until 300 days). Finally, to study the effect of light, during 35 days, we monitored the development of germinants after seed germination with or without photoperiod. We found a high variation in the germination of *A. acuminata*, but the maximum percentage did not exceed 30%. The optimal conditions were: Storing at chilling temperatures, pretreatment of cold moist stratification by 48 days, germitest substrate, and alternate temperatures of 20-30 with photoperiod 12/12h. The cold moist stratification was not effective in the dark. Seeds stored at chilling temperatures conserved the viability until 300 postharvest days, apparently throughout the regulation of embryo size and the reduction of humidity content. The positive effect of light caused a rapid emergency and expansion of cotyledons, phototropism, and development of true leaves, and a better seedlings survival.

KEYWORDS: Harvest, temperature, stratification, photoperiod, postharvest time.

1 | INTRODUCCIÓN

El género *Alnus* es un grupo de árboles y arbustos comúnmente conocidos como alisos, representado en cuatro subgéneros de amplia distribución en Asia, Europa y el continente americano. Los registros palinológicos de *Alnus* datan de más de 50 millones de años de antigüedad y aunque su expansión geográfica ha sido a lo largo del hemisferio norte, algunas especies se adaptaron a los ambientes tropicales descendiendo desde Norteamérica hasta Centro y Suramérica (CHEN y LI, 2004, LEOPOLD et al., 2012). La madera del aliso es valorizada y pese a tratarse de árboles de bajo porte son un componente importante de los diversos ecosistemas de bosque, especialmente por su capacidad de fijar nitrógeno, lo que les da un considerable potencial de uso en sistemas agroforestales y planes de recuperación de suelos. El aliso es considerado como especie pionera debido a su rápido crecimiento inicial (CORDERO y BOSHIER, 2003; SANTI et al., 2013; DEPTUŁA et al., 2020), lo que le convierte en un óptimo candidato para reducir la erosión del suelo y recuperar áreas afectadas por minería (UL HAQ et al., 2021).

El aliso andino *Alnus acuminata* es un árbol que puede alcanzar hasta 30 m y es

la especie de *Alnus* más representativa en Suramérica. Se distribuye en la cordillera de los Andes entre 1.500 hasta 3.000 metros de altitud, soportando periódicamente bajas temperaturas y estableciéndose en las zonas ribereñas, siendo un componente estructural del bosque de galería. *A. acuminata* es reconocida como una especie nativa de importancia para la reforestación, gracias a su sistema radicular extenso, regeneración en zonas abiertas, rápido crecimiento y capacidad de fijación de nutrientes (MURCIA, 1997; OSPINA et al., 2005; CASTAÑO-VILLA et al., 2014; URGILES et al., 2014). Con relación a su autoecología, se ha observado presencia de flores o frutos durante todo el año (ROJAS Y GOMEZ CÓRDOBA, 2008). Cada kilogramo contiene entre dos y cuatro millones de semillas de *A. acuminata* que, a pesar de tener una pérdida rápida de viabilidad, dan lugar a 50.000 – 100.000 plántulas (CORDERO Y BOSHIER, 2003; OSPINA et al., 2005).

Las semillas de *A. acuminata* miden entre 1.5 y 3 mm, y se forman en una estructura cónica dehiscente o estróbilo de brácteas duras, que cambia de color verde a marrón cuando está madura. Cada semilla consta del pericarpio, cobertura seminal y embrión, que ocupa la mayor parte de la semilla; las semillas de *Alnus* carecen de endospermo (HARRINGTON et al., 2008). Características fisiológicas de las semillas como la dormancia, la longevidad y la respuesta de la germinación a la luz varían entre especies del género *Alnus* y en el caso específico de *A. acuminata* aún han sido poco estudiadas.

Las flores masculinas y femeninas del aliso están presentes en el mismo individuo y la dispersión de semillas es anemófila. En general se ha reportado que en los estróbilos se produce una fracción considerable de semillas vacías, con porcentajes que varían dependiendo del lote (HARRINGTON et al., 2008). Para varias especies de *Alnus*, una óptima germinación requiere de pretratamientos de estratificación en frío, que pueden durar hasta 180 días, o del uso de temperaturas alternas en el germinador (BASKIN Y BASKIN, 2001; DE ATRIP Y O'REILLY, 2005; GOSLING et al., 2009; HARRINGTON et al., 2008; MAPA, 2009). Los escasos estudios de germinación en *A. acuminata* reportan resultados variables en los porcentajes de germinación, que van desde 1% hasta 80%, una longevidad de las semillas menor a un año y un efecto positivo de la luz en la germinación (RUIZ Y OROZCO, 1986; ACEÑOLAZA, 1997).

Dada la importancia de *A. acuminata* en los ecosistemas altoandinos, y el conocimiento limitado con relación a sus patrones germinativos, que es un obstáculo para el desarrollo de metodologías que mejoren su potencial de uso en planes de restauración, el presente estudio se enfocó en el efecto de diferentes factores sobre la germinación de *A. acuminata*. Con el fin de descubrir cómo el año de cosecha, la edad de la semilla, la estratificación, el sustrato, la temperatura y la luz participan en la gran variabilidad de germinación reportada, y establecer cuáles son las condiciones óptimas que maximizan la germinación.

2 | METODOLOGÍA

2.1 Procedimiento base

Las semillas de *A. acuminata* usadas durante los experimentos fueron suministradas por la empresa forestal El semillero S.A. Durante la realización del estudio fueron usadas semillas cosechadas en diciembre de 2014, junio de 2015 y febrero de 2016. La información del proveedor indicó una pureza promedio del 60%, y el pretratamiento recomendado por la empresa era de mínimo 24 horas de imbibición en agua a temperatura ambiente antes de colocar las semillas a germinar. Las semillas fueron almacenadas en ambiente seco a 4°C y 35% de humedad relativa hasta el experimento correspondiente.

Se realizaron un total de seis experimentos. El procedimiento base para la mayoría de estos consistió en colocar las semillas totalmente sumergidas en agua desionizada durante 48 horas en frascos de 30 ml protegidos de la luz. Luego 0.1±0.005 g de las semillas preimbibidas fueron colocadas en cajas de germinación estándar de 10X10 cm con el sustrato correspondiente. A excepción del experimento 2, en todos los casos el sustrato germinativo fue papel germitest, humedecido con unos 6 ml de agua (2.5 veces el peso del papel). Las cajas fueron llevadas a cámara de germinación para ajustar las condiciones específicas de luz, temperatura y fotoperiodo para cada experimento. La luz dentro de la cámara provenía de cuatro lámparas fluorescentes de 35 vatios, que al estar encendidas generaban una radiación aproximada de 50 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$. Cada caja de germinación con semillas fue definida como una réplica, y se consideró una semilla germinada cuando la radícula emerge a través del pericarpio. El número de semillas germinadas fue registrado cada tres o cuatro días hasta estabilización de la curva y con esa misma periodicidad fue aleatorizada la posición de las cajas dentro de la cámara de germinación.

Experimento 1: Efecto de la cosecha en la germinación

Seis réplicas de cada lote de semillas: 2014, 2015 y 2016 fueron colocados a germinar a temperatura constante de 25° y sin luz.

Experimento 2: Efecto de la cosecha, temperatura y sustrato en la germinación

Semillas del lote 2014 y lote 2015 fueron sometidas a germinación bajo dos condiciones de temperatura: Constante a 25°C y alterna 20-30°C (12/12 h). Adicionalmente fueron evaluados dos tipos de sustrato: mezcla orgánica de arena-humus en proporción 1:1 y papel germitest. El diseño final fue de tres factores con 4 réplicas.

Experimento 3: Efecto de la estratificación húmeda en la germinación

Semillas de la colecta de 2015 fueron sometidas a diferentes niveles de estratificación en oscuridad. Las semillas control recibieron el pretratamiento base de imbibición a 25°C por 48 horas. Las semillas sometidas a estratificación fueron sumergidas en agua desionizada y mantenidas en refrigeración a 4°C durante 7, 15, 30, 45 y 60 días, tiempo al final del cual fueron colocadas en cajas de germinación. Se registró la germinación en 6 réplicas por tratamiento, bajo condiciones de temperatura alterna 20-30°C (12/12h) sin luz.

Experimento 4: Efecto de la luz y la estratificación.

Para este experimento se activó el fotoperíodo 12/12 h en la cámara de germinación con temperaturas alternas 20-30°C y para las semillas sin fotoperíodo se cubrieron las cajas de germinación en plástico negro. Semillas del lote 2015 fueron sometidas a cuatro tratamientos: Control (preimbibición a 25° por 48 horas) con y sin fotoperíodo, estratificación (preimbibición a 4°C por 48 horas) con y sin fotoperíodo. Se montaron 5 réplicas para cada uno de los cuatro tratamientos.

Experimento 5: Efecto de la estratificación y la edad en la viabilidad y tamaño de embrión.

La viabilidad de las semillas se estableció por medio de la prueba de viabilidad de cloruro de trifenil tetrazolio (TTC). Semillas del mismo lote fueron separadas en dos grupos, uno almacenado a temperatura ambiente y otro mantenido en nevera a 4°C. Cada 50 días, se colocaron semillas en preimbibición húmeda por 48 horas, a la temperatura correspondiente en cada caso, y se diseccionaron 300 semillas para test de viabilidad. Una prueba positiva se registró cuando hubo tinción total del embrión (Figura 1). Seis embriones además fueron medidos polar y ecuatorialmente para calcular el área de tamaño en milímetros. Adicionalmente, cinco réplicas de 0.5 g de semillas fueron pesadas en fresco y secadas en horno para calcular el porcentaje de humedad.



Figura 1. A. Semilla de *A. acuminata*. B. Embrión viable por método de tinción con CTT.

Experimento 6: Efecto de la luz en el desarrollo temprano

Los primeros 24 germinados de los 2 tratamientos: Estratificación con fotoperíodo y estratificación sin luz, provenientes del experimento 4, fueron separados y mantenidos sobre papel germitest humedecido a temperatura de 25°C y fotoperíodo 12/12 durante 10 días, tiempo en el cual se evaluó:

La emergencia cotiledonar (Figura 2.A): Porcentaje de germinados donde los cotiledones expulsaron la envoltura seminal, pero aún permanecen cerrados.

La expansión cotiledonar (Figura 2.B): Porcentaje de germinados con cotiledones abiertos y orientados en posición perpendicular con el eje de crecimiento.

El fototropismo positivo (Figura 2.C): Porcentaje de germinados que se orientan en posición vertical en dirección a la luz, con cotiledones en máxima exposición.

Una vez evidente la diferenciación radicular, los germinados fueron transferidos para bandejas con arena estéril, donde el seguimiento se extendió por dos semanas más para registrar la aparición de la primera hoja verdadera con una medida mínima de 2 mm (Figura 2.D), y la presencia de dos o más hojas verdaderas (Figura 2.E). La presencia de hojas verdaderas fue considerada como la característica que demarca el paso de germinado a plántula.

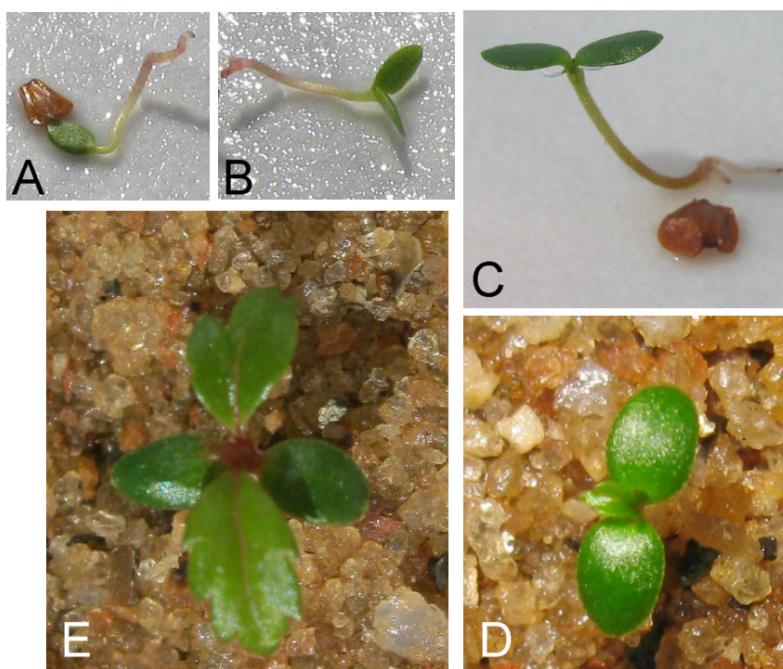


Figura 2. Desarrollo temprano de *A. acuminata*. A. Emergencia cotiledonar; B. Expansión cotiledonar; C. Fototropismo positivo; D. Aparición de la primera hoja verdadera; E. Dos hojas verdaderas.

2.2 Análisis estadístico

Los datos de germinación fueron corregidos por la pureza y expresados en porcentaje. Inicialmente se verificó la distribución normal de resultados de los experimentos 1 a 5 con el test de Kolmogorov-Smirnov y la probabilidad de Lilliefors. Luego se comparó los efectos de los diferentes factores, independientes o en posible interacción, mediante ANOVA y comparación múltiple de medias de Fisher LSD. Todas las pruebas estadísticas fueron desarrolladas con el software Statistica v.10.0 (StatSoft, Inc.).

3 I RESULTADOS

Bajo condiciones de temperatura constante, la media de germinación del 2014 ($19.74 \pm 2.25\%$) fue mayor a la del 2015 ($13.13 \pm 2.77\%$), que a su vez fue mayor a la del 2016 ($5.33 \pm 0.53\%$) (Figura 3). Por otra parte, las temperaturas alternas 20-30°C estimularon significativamente la germinación en comparación con la temperatura constante a 25°C, alcanzando $28.54 \pm 3.04\%$ en el lote 2014 y $19.8 \pm 0.74\%$ en el lote 2015. Además, las semillas en temperaturas alternas germinaron en un tiempo medio de 24 días, mientras que las semillas a 25°C demoraron 30 días en germitest y 42 días en sustrato orgánico. El papel germitest fue el mejor sustrato para la germinación de *A. acuminata*, pues en sustrato orgánico a 25°C la germinación se redujo en 37% y 49% para 2014 y 2015 respectivamente (Figura 4).

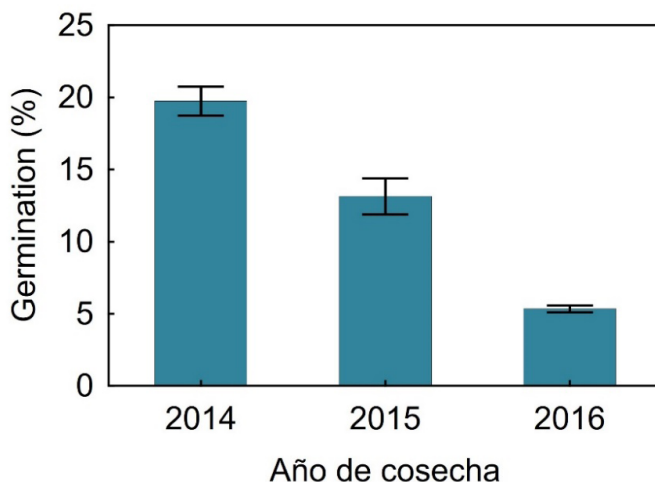


Figura 3. Germinación de *A. acuminata* en tres cosechas diferentes, bajo condiciones estándar de 25°C y fotoperiodo 12/12 h.

La estratificación húmeda a 4°C no tuvo efectos positivos en la germinación de semillas en condiciones de oscuridad y temperaturas alternas 20-30°C (Figura 5). Los pretratamientos de 7 y 15 días de estratificación dieron una germinación similar al control (germinación promedio: $21.7 \pm 3.9\%$) pero al aumentar los tiempos de pretratamiento la germinación fue cada vez menor: 11.9%, 5.2% y 1.83% con 30, 45 y 60 días, respectivamente.

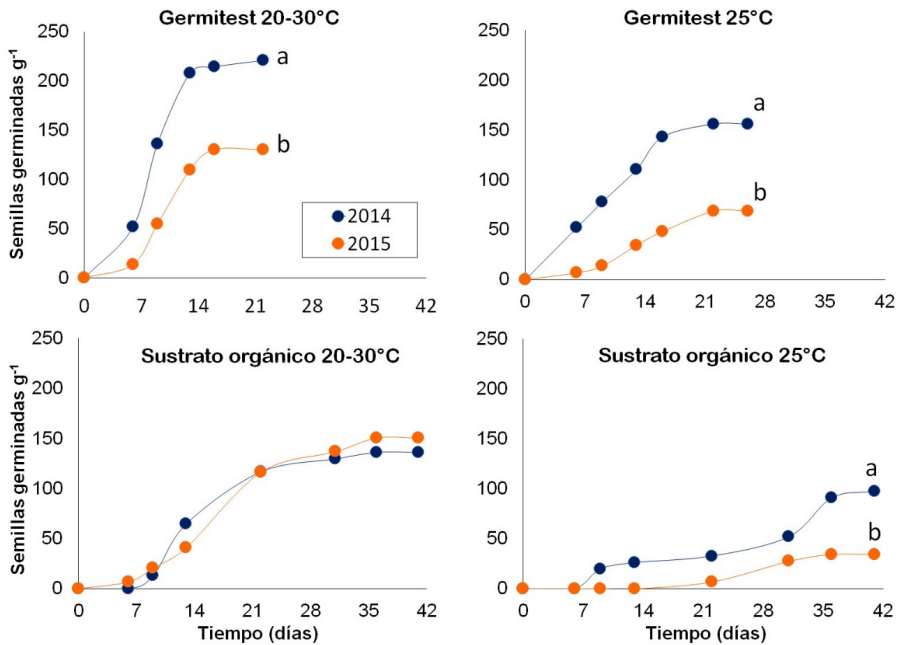


Figura 4. Efecto de la temperatura y el sustrato en semillas de *A. acuminata* de cosecha 2014 y 2015, en condiciones de oscuridad.

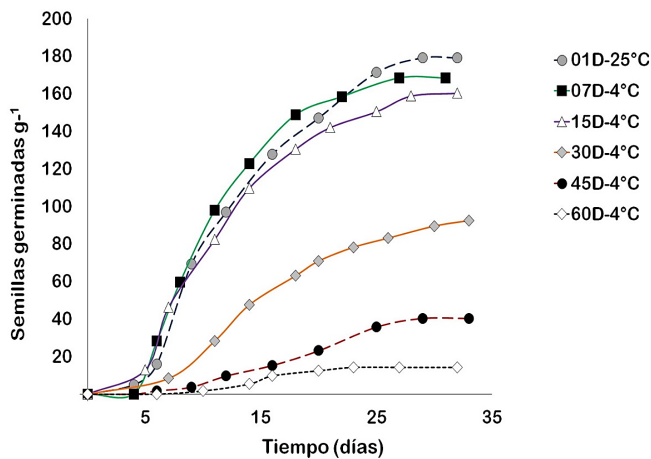


Figura 5. Efecto de estratificación húmeda en frío (4°C) de 7, 15, 30, 45 y 60 días, en la germinación de *A. acuminata*. Condiciones de germinación: Temperaturas alternas 20-30°C, sin luz.

Las semillas con mayor germinación en este estudio fueron aquellas que recibieron estratificación húmeda de 48 horas con fotoperiodo (29.25±1.7%) y el tratamiento menos eficiente fue la imbibición normal a 25°C en condiciones de oscuridad (19.8±2.1%) (Figura 6). Al comparar los tratamientos con el mismo tipo de imbibición, fue notorio que el efecto de la luz llevó a una mayor germinación en ambos casos, aunque el efecto de la luz no fue

estadísticamente significativo (Efecto de la estratificación: $F=12.25$, $p<0.01$. Efecto de la luz: $F=0.64$, $p=0.43$).

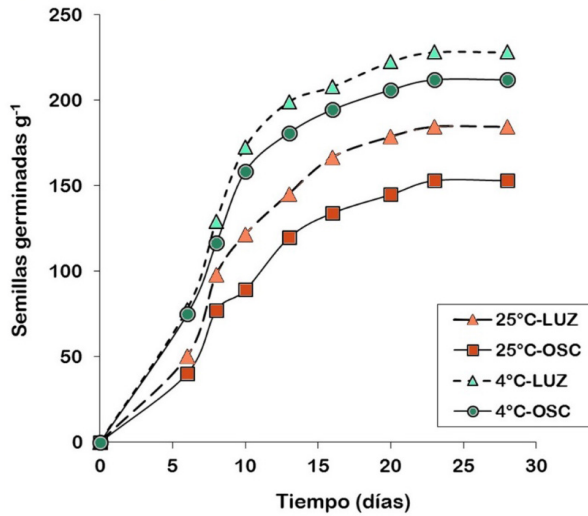


Figura 6. Geminación del pretratamiento de estratificación húmeda a 4°C versus preimbibición a 25°C, con y sin fotoperíodo de 12/12 horas. Temperatura alterna 20-30°C.

La estratificación húmeda operó en la semilla regulando el tamaño del embrión, al mismo tiempo que mantuvo un bajo contenido de humedad. Esto permitió que semillas con 200 o más días de almacenamiento tuvieran una viabilidad significativamente menor a la de semillas conservadas a temperatura ambiente y sin estratificar (Figura 7).

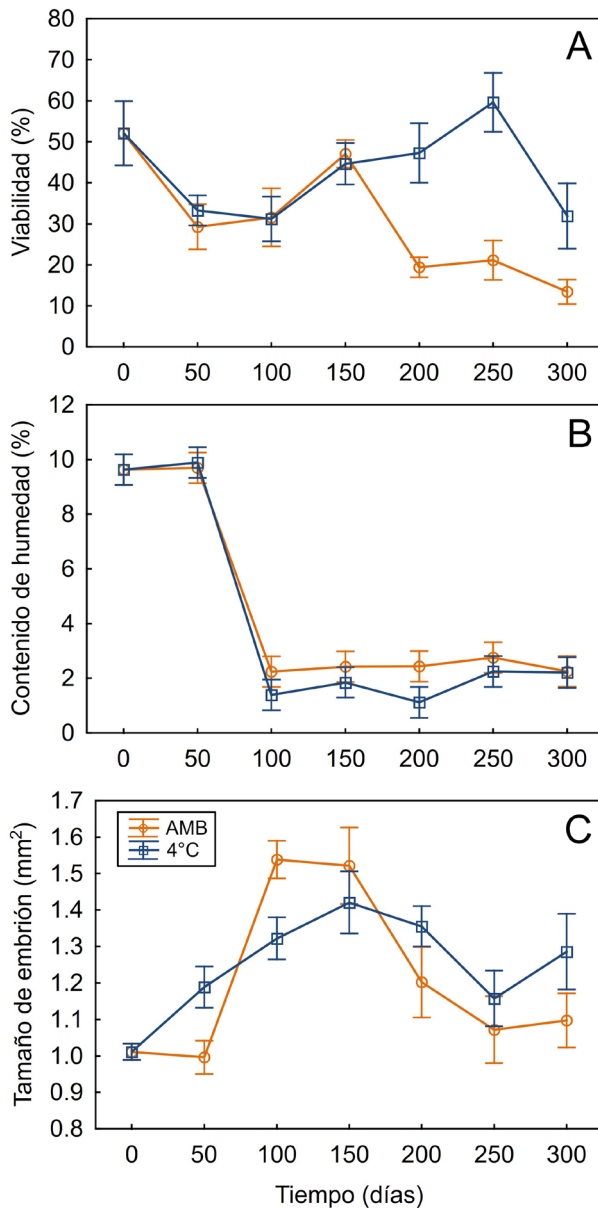


Figura 7. Efecto de la estratificación húmeda (4°C) sobre la viabilidad (A), el contenido de humedad (B) y el tamaño del embrión (C).

La luz tuvo una influencia positiva en todos los parámetros de desarrollo temprano. Las plántulas que provenían de semillas germinadas en oscuridad presentaron una frecuencia menor de emergencia cotiledonar (-12.5%), expansión cotiledonar (-12.5%), fototropismo positivo (-16.6%), aparición de la primera hoja verdadera (-25.5%), presencia de dos o más hojas verdaderas (-20.1%) y supervivencia (-34.5%), a lo largo de un seguimiento de 35

días (Figura 8). La diferencia en las distribuciones de la respuesta múltiple fue altamente significativa ($X^2=21.89$, g. l=5, $p<0.01$).

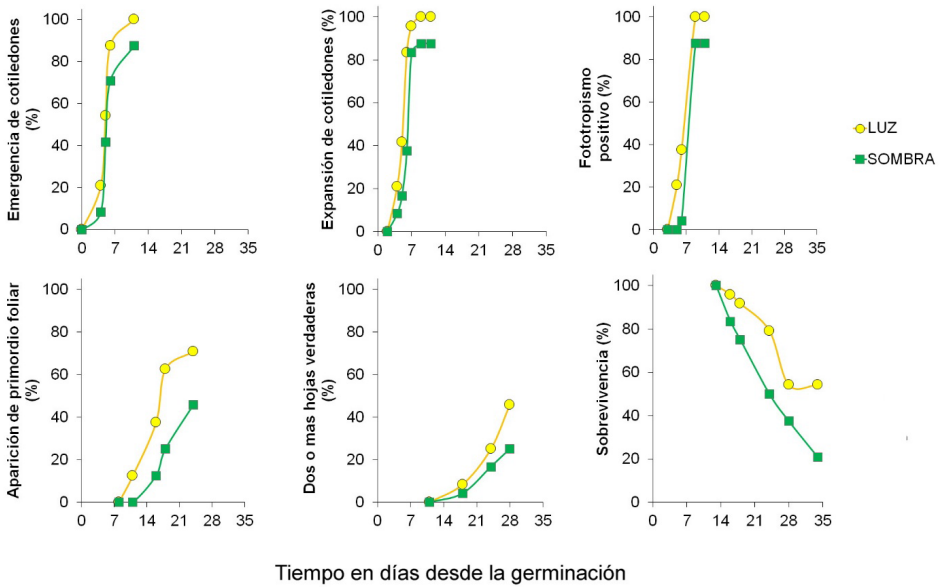


Figura 8. Efecto de la luz sobre el desarrollo temprano, a lo largo de 35 días de seguimiento en fotoperiodo 12/12 h. Los porcentajes corresponden a la frecuencia relativa de un N inicial de 24 germinados.

4 | DISCUSIÓN

En este estudio *A. acuminata* presentó una germinación menor al 30% y diferencias significativas entre años de cosecha, rasgo que no es común en las especies del género *Alnus*. Se han reportado porcentajes de germinación inferiores al 50% en *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Alnus serrulata* y *Alnus viridis* (HARRINGTON et al., 2008). Sin embargo, para el caso específico de *A. acuminata* la germinación encontrada es suficiente para asegurar la producción de más de 100.000 plántulas por kilo de semillas.

Los resultados también demostraron la alta variabilidad germinativa reportada para *A. acuminata*, que se ha sugerido estar relacionadas a diferencias en el potencial germinativo entre árboles semilleros, e incluso en un mismo árbol semillero. En un estudio en Guatemala se comparó a 50 árboles de una misma población y se encontró valores germinativos entre 2.5% y 94% (MURILLO, 1998), mientras en un estudio similar en Argentina se evaluó 10 árboles con porcentajes entre 24% y 79% (ACEÑOLAZA, 1997). Esta amplia variación en la capacidad germinativa de *A. acuminata* estaría relacionada además con el tamaño del estróbilo y la posición que la semilla ocupa en el estróbilo (RUIZ

Y OROZCO, 1986).

Previamente se había reportado que la capacidad germinativa de *A. acuminata* aumenta con un tiempo de almacenamiento de 20 días y que aparentemente una parte de las semillas alcanza la madurez durante ese período (RUIZ Y OROZCO, 1986). En casos similares con otras especies se ha considerado que el almacenamiento a temperaturas frías es *per se* una estratificación seca (COUSINS et al., 2014). Sin almacenamiento a bajas temperaturas la viabilidad de las semillas de *Alnus* se reduce significativamente en unos pocos meses (ACEÑOLAZA, 1997; BASKIN Y BASKIN, 2001). En este estudio se observó que las semillas más antiguas, colectadas en el 2014 y almacenadas a bajas temperaturas aún conservaban su capacidad germinativa a mediados del 2016.

Se comprobó con los diferentes experimentos que las mejores condiciones para germinar las semillas de *A. acuminata* son: papel germitest como sustrato, temperaturas alternas 20-30°C y condiciones de luz 12/12 h. La germinación también fue favorecida por un pretratamiento de imbibición a 4°C por 48 horas, que indicaría que las semillas de *A. acuminata* tienen algún grado de dormancia.

Al igual que *A. acuminata*, existen varias especies de *Alnus* que tienen su germinación óptima con temperaturas alternas 20-30°C (BASKIN Y BASKIN, 2001; MAPA, 2009) lo que se atribuye a los contrastes climáticos que estas plantas experimentan en su área de distribución y que determinan la época favorable para la germinación. *A. acuminata* soporta una alta variabilidad diurna de temperatura, típica de los ecosistemas altoandinos, que se amplía especialmente en la época seca, justamente la época recomendada para la colecta de semillas (OSPINA et al., 2005). No obstante, la máxima germinación registrada en este estudio se dio cuando las temperaturas alternas 20-30°C eran combinadas con luz y estratificación húmeda a 4°C.

En un estudio comparativo de especies arbóreas en un mismo ecosistema, se encontró una especie con interacción positiva de luz y temperatura alterna, otra con efecto positivo de la temperatura alterna independiente de la luz, otra con efecto positivo de la luz y poco dependiente de la temperatura, y una última especie de rápida germinación y totalmente irresponsiva a luz o temperatura (VARGAS FIGUEROA et al., 2015). Lo que sugiere que las especies presentan diferenciación de sus estrategias regenerativas para asegurar su coexistencia. Otros estudios han sugerido que las temperaturas alternas compensan la germinación de semillas fotoblásticas en ausencia de luz, mientras que la luz no tiene el mismo efecto compensatorio en semillas que requieran de oscilaciones de temperatura (SIMÃO Y TAKAKI, 2008). Aunque en este estudio no se evaluó el efecto de la luz de manera independiente, sí existen reportes de que a 25°C la luz cuadruplica la germinación de semillas de *A. acuminata* en comparación con condiciones de oscuridad (ARAYA et al., 2000).

La preimbibición a 4°C o estratificación húmeda aumentó la viabilidad y germinación, regulando el tamaño del embrión y el contenido de humedad. Estos rasgos corresponden

a semillas con una dormancia morfofisiológica (BASKIN Y BASKIN, 2004), que sería superada con aplicación de giberelina (DE ATRIP Y O'REILLY, 2007; POVEDA-DÍAZ et al., 2020). Otras especies de aliso como *A. glutinosa* presenta óptimos de germinación con 30 días de estratificación; *A. crispa* y *A. virilis* tienen tratamientos recomendados de hasta 60 y 90 días respectivamente (HARRINGTON et al., 2008).

Finalmente, este estudio demostró que la presencia de luz durante la germinación es fundamental en todos los pasos del desarrollo temprano de *A. acuminata*. Al final de 35 días de seguimiento, la supervivencia hasta este estado de plántula era del 54% en comparación con sólo el 21% cuando las semillas habían germinado en oscuridad. Dado que esta especie inicia simbiosis con Frankia y micorrizas a temprana edad (CORDERO Y BOSHIER, 2003; BECERRA et al., 2009), con el sustrato adecuado estas plántulas de 35 días ya tienen opciones favorables de crecimiento. Ensayos similares que evalúen el éxito germinativo mediante el número de plántulas viables son recomendables para verificar los efectos de otros factores ambientales en *A. acuminata*.

5 | CONCLUSIONES

Las semillas de *A. acuminata* presentan una alta variabilidad germinativa entre cosechas y edad de la semilla, que explicarían a su vez la alta variabilidad en los porcentajes de germinación reportados. Las condiciones óptimas para germinación de *A. acuminata* fueron: almacenamiento a bajas temperaturas, pretratamiento de estratificación de pocos días, sustrato germitest y temperaturas alternas 20-30°C con fotoperiodo 12/12 h. Además, se recomienda evaluar el éxito germinativo con el conteo de plántulas viables.

REFERENCIAS

ACEÑOLAZA, P.G. Longevidad y variación en los porcentajes de germinación de *Alnus acuminata* Kunth ssp *acuminata* (Betulaceae). **Brenesia**, 47, 109-115. 1997.

ARAYA, E; GÓMEZ, L.; HIDALGO, N; VALVERDE, R. Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación in vitro de Jaúl (*Alnus acuminata*). **Agronomía Costarricense**. 24, 75-80. 2000.

BASKIN, C.C; BASKIN, J.M. *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*. San Diego, USA, Academic Press. 2001.

BASKIN, J.M; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**. 14, 1-16. 2004.

BECERRA, A.G et al. *Alnus acuminata* in dual symbiosis with Frankia and two different ectomycorrhizal fungi (*Alpova austroalnicola* and *Alpova diplophloeus*) growing in soilless growth medium. **Symbiosis**. 47, 85-92. 2009.

- CASTAÑO-VILLA, G.J; ESTEVEZ, J.V; FONTÚRBEL, F.E. The role of native forest plantations in the conservation of Neotropical birds: The case of the Andean alder. **Journal for Nature Conservation** 22, 547-551. 2014.
- CORDERO, J; BOSHIER, D.H. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Costa Rica, **CATIE**. 2003.
- COUSINS, S; WITKOWSKI, E; MYCOCK, D. Seed storage and germination in *Kumara plicatilis*, a tree aloe endemic to mountain fynbos in the Boland, south-western Cape, South Africa. **South African Journal of Botany**. 94, 190-194. 2014.
- CHEN, Z; LI, J. Phylogenetics and biogeography of *Alnus* (Betulaceae) inferred from sequences of nuclear ribosomal DNA ITS region. **International Journal of Plant Sciences**. 165, 325-335. 2004.
- DE ATRIP, N; O'REILLY, C. Effect of seed moisture content during prechilling on the germination response of alder and birch seeds. **Seed Science and Technology**. 33, 363-373. 2005.
- DE ATRIP, N. AND O'REILLY, C. Germination response of alder and birch seeds to applied gibberellic acid and priming treatments in combination with chilling. **Annals of Forest Science**. 64, 385-394.2007.
- DEPTULA, M et al. *Alnus glutinosa* L. Gaertn. as potential tree for brackish and saline habitats. **Global Ecology and Conservation**, 22 <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00977>. 2020.
- GOSLING, P.G., MCCARTAN, S.A. AND PEACE, A.J. Seed dormancy and germination characteristics of common alder (*Alnus glutinosa* L.) indicate some potential to adapt to climate change in Britain. **Forestry**. 82, 573-582. 2009.
- HARRINGTON, C.A., BRODIE, L.C., DEBELL, D.S. AND SCHOPMEYER, C.S. *Alnus* P. Mill.: Alder. pp 232-242 in Bonner, F.T. and Karrfalt, R.P. (Eds) **Woody plant seed manual**. Washington, USA, Department of Agriculture, Forest Service. 2008.
- LEOPOLD, E. et al. Pollen morphology of the three subgenera of *Alnus*. **Palynology** 36, 131–151. 2012 <https://doi.org/10.1080/01916122.2012.657876>
- MAPA. *Regras para análise de sementes*. Brasília, Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Brasil. 2009.
- MURCIA, C. Evaluation of Andean alder as a catalyst for the recovery of tropical cloud forests in Colombia. **Forest Ecology and Management**. 99, 163-170. 1997.
- MURILLO, O. Variación en parámetros de germinación de una población natural de *Alnus acuminata* de Guatemala. **Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales CATIE**, 4-8. 1998.
- OSPINA, C.M., HERNÁNDEZ, R.J., GÓMEZ, D.E., GODOY, J.A., ARISTIZÁBAL, F.A., PATIÑO, L.N. AND MEDINA, J.A. Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El Aliso o Cerezo. Manizales Colombia, **CENICAFÉ**. 2005.
- POVEDA-DÍAZ N., RAMOS-MONTAÑO C. AND PULIDO-HERRERA, K.L. ¿La giberelina aumenta la aclimatación de plántulas de *Alnus acuminata* al arsénico?. **Bosque** 41, 45-53. 2020

ROJAS RODRIGUEZ, F. AND GOMEZ CÓRDOBA, G. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**. 5, 2008.

RUIZ, M.C. OROZCO, M. Efecto de la posición de los frutos en el estróbilo y tamaño de los mismos, sobre el porcentaje de germinación en *Alnus acuminata* H.B.K. (Betulaceae). **Caldasia**. 14, 455-463. 1986.

SANTI, C., BOGUSZ, D. FRANCHE, C. Biological nitrogen fixation in non-legume plants. **Annals of botany**. 111, 743-767. 2013.

SIMÃO, E. TAKAKI, M. Effect of light and temperature on seed germination in *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn.(Melastomataceae). **Biota Neotropica**. 8, 63-68. 2008.

UL HAQ, et al. Ecosystem Services of Himalayan Alder, bookTitle **Ecological Intensification of Natural Resources for Sustainable Agriculture**, 429-459. 2021.

URGILES, N., STRAUß, A., LOJÁN, P. AND SCHÜBLER, A. Cultured arbuscular mycorrhizal fungi and native soil inocula improve seedling development of two pioneer trees in the Andean region. **New forests**. 45, 859-874. 2014.

VARGAS FIGUEROA, J.A., DUQUE PALACIO, O.L. TORRES GONZÁLEZ, A.M. Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. **Revista de Biología Tropical**. 63, 249-261. 2015.

SOBRE OS ORGANIZADORES

VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO - Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009), licenciatura plena em Ciências Biológicas pela Universidade Vale do Rio Verde (2011), especialização em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela Universidade Federal de Lavras, mestrado (2014) e doutorado (2017) em Botânica Aplicada também pela Universidade Federal de Lavras. Atualmente, faz parte do corpo docente do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS) e atua como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas EaD da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). É membro do corpo editorial da Atena Editora. Já ocupou o cargo temporário de docente na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental. Tem interesse em pesquisas com foco em ecofisiologia de plantas e no ensino de Botânica.

PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcaloides 18, 21, 24, 25
Allophylus edulis 64, 65, 68
Alnus acuminata 30, 31, 42, 43, 44
Amphilophium crucigerum 64, 68
Anatomia vegetal 1, 13

B

Betulaceae 30, 42, 43, 44
Botânica 1, 13, 15, 16, 27, 45, 47, 48, 61, 62, 67, 70

C

Células epidérmicas 5, 18, 21, 22, 24, 25
Composição florística 64, 65
Compostos fenólicos 6, 13, 18, 21, 24, 25
Conservação da natureza 64
Cosecha 30, 31, 32, 33, 37, 40
Cristais de oxalato de cálcio 22

D

Desarrollo temprano 30, 34, 35, 39, 40, 42
Divulgação científica 45, 46, 47, 58, 59, 61, 62, 63

E

Educação ambiental 49, 58, 70
Estratificación 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42

F

Floresta ripária 64, 65, 66, 68, 69
Folhas 2, 4, 8, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
Formigas 2, 5, 7, 8, 10, 13, 14, 15
Fotoperíodo 31, 34, 36, 38
Funções ecofisiológicas 22

G

Germinación 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44

Glândulas secretoras 2, 3, 5

H

Histoquímica 1, 4, 6, 8, 12, 18, 20, 26

I

Informações botânicas 45, 47, 50, 61

M

Morfoanatomia 1, 3, 18, 20

Myrcia hebeptala 64, 65, 68

N

Nectários extraflorais 3, 6, 10, 16

Nectários florais 1, 3, 5, 6, 8, 10, 12

O

Ocotea puberula 64, 65, 68

P

Parques ecológicos 47

Passifloraceae 1, 2, 3, 10, 14, 15, 16

Passiflora glandulosa 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15

Placas 45, 50, 51, 52, 53, 60, 61

Plano de manejo 64, 65, 66, 69

Plantas 3, 8, 10, 13, 14, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 41, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 57, 58, 59, 61, 62, 70

Potencial medicinal 18, 26

Q

QR Code 45, 46, 47, 50, 51, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Quick Responsive Code 46

R

Regeneração natural 64, 65, 66, 67, 68, 69

S

Solanaceae 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 29

Solanum melissarum 18, 19, 20, 23, 24, 26

T

Tecnologia 18, 45, 46, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63

Temperatura 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 41

Tiempo poscosecha 31

Tricomas 2, 5, 8, 9, 10, 18, 22, 24, 25

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 